

作物分析結果的解釋與施肥推薦

連 深

一、植物分析診斷作物營養狀態之原理

分析植物化學成分以診斷作物營養狀態，推測肥料需要量之原理係基於植物生長或收量與植體養分或礦物質成分濃度有一定的函數關係；植體內各種養分各有某種臨界濃度（critical content），低於此則植物生長受阻，收量減少。這種濃度亦稱臨界濃度之低限（lower critical level），為診斷養分缺乏與否之基準。但這種養分濃度足夠與否之界線對某些要素而言雖然相當明顯，對於另一些要素却並不然。故有些工作者將臨界濃度定在收量開始減少（即最高收量）之點上，亦有些工作者却將其定在收量減少5%或10%之點上；蓋臨界濃度定的愈低，其應用上之限度雖然減低，其可靠性却愈高故。

又植體內之養分或礦物質成分濃度繼續增高，超過某一濃度則由於其毒害作用導致生長量或收量之減少；此濃度亦稱臨界濃度之上限（upper critical level），為診斷養分過剩之基準。有些養分濃度過高，在其呈現毒害之前先有其他生育上之不良效果，例如氮素過多則由於植物群體過份繁茂導致光能利用率之低下，因而減低收量。這種情形下之臨界濃度可能不如其他元素直接毒害的情形那麼單純、明顯；蓋其受很多環境因子之影響而變異故。

植體養分濃度與植物生長或收量之關係，其典型者如圖1：

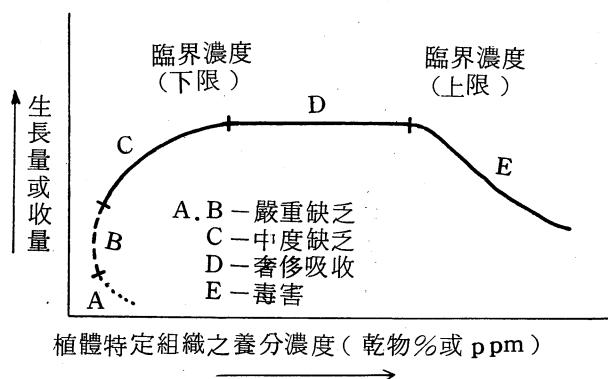


圖1 植體養分濃度與生長量或收量之關係

三、植物分析應用之限度

植物分析應用於施肥推薦之功效端賴於上述植物生長、收量與養分濃度之關係是否密切，臨界濃度是否明顯而且穩定。

事實上同一塊田之不同植物個體在養分濃度上已有相當變異姑且不論，即使同一棵植物，其養分濃度亦因部位、時期不同而有很大變異。故植物分析之第一要件就是規定採樣的部位、時期以及所分析養分的成分（如氮素可測定全氮或硝酸態氮），以減少樣本本身所引起的誤差，並期分析結果能顯著反應植物養分之需求狀態。

但即使採樣技術良好而能求得某一棵或一試驗區內植物之養分濃度與生長之關係和養分欠否之臨界濃度，其能否普遍適用於不同棵植物或大面積之植物群落仍是一個問題。蓋植物生長除了受養分供需狀態所影響外，尚受其他養分濃度之交感作用，土壤水分、氣溫、日照等環境因子，植物本身之特性；諸如植物群體之葉面積，葉片之受光姿勢，光合作用之始源（source）積儲（sink）間關係等所影響而收量更是各生育階段所生長之各器官累積並互相影響所得結果，故上述養分濃度與植物生長、收量之關係以及其養分之缺乏之臨界濃度當隨此等因子之變異而變（Bates 1971）。故各種養分之臨界濃度必須在各不同環境下加以校正（calibration）方可應用。

氮素與水稻收量間之複雜關係可由圖 2 了解一斑。

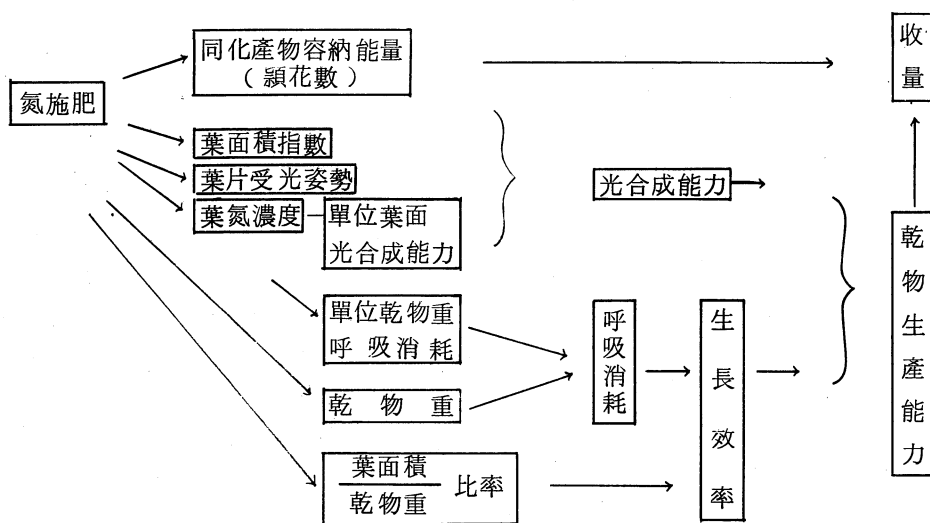


圖 2 氮肥施用支配收量之經緯（模式圖）

由於上述理由，植物分析應用之最大難題乃其精確度問題；植物分析如應用於比較嚴重之養分缺乏或過剩所致營養障礙之確認或原因之探討則很可適用，但如用於肥料施用量之推測則其精確度是一個課題。由於鈣鎂及一般微量元素之缺乏和過剩界限比較敏銳，其營養上之問題一般亦以缺乏或過剩兩個極端的為多，植物分析對於此等元素之營養診斷應用較易。至於氮磷鉀等，特別是其中之氮素，一般都是如何調節其施用量才能得到高產量或較高經濟效應等問題，通常的植物分析應用就較困難。對於此等元素如果除了其濃度外能進一步考慮其植物群體之特性，如葉面積指數，和其他環境因子，如日射量等則其與收量之相關當會更好；作物曆（crop log）之應用即為其例。許多報告指出以葉色代替葉氮濃度可得到較良好之氮營養診斷效果；蓋葉色除了反映葉氮濃度外更涵蓋葉面積、日照等因素故。

有關植物分析應用於營養診斷，施肥推薦之研究，美國方面較多，本省還少。由於各種作物在不同環境下之養分臨界濃度尚未確立，故一下子要作植體分析之服務勢遇許多困難，所推薦的施肥量精確度亦不大。但植物分析之目標如放在(1)微量及鈣、鎂等元素之營養障礙問題診斷(2)三要素肥料之浪費防止，則仍可收到相當功效。希望以上述目標進行服務之餘，繼續探討養分濃度，各種環境因子與作物收量之關係，以達到進一步提高服務精確度目的。爰將若干作物已設之臨界濃度資料抄錄，並作

若干討論。

三、若干作物之養分臨界濃度或適宜養分濃度範圍

(一)水稻

Tanaka & Yoshida 曾經整理以往的研究成績，訂定水稻各種元素的臨界濃度如表 1。

表 1 水稻各種元素之缺乏和毒害之臨界濃度 (A. Tanaka and Y. Yoshida, 1970.)

| 元素種類 | 缺乏 (D) 或 毒害 (T) | 臨界濃度 | 植體分析部位 | 生育期 |
|------|-----------------------|-------------|------------|-----|
| N | D | 2.5 % | Leaf blade | Til |
| P | D | 0.1 % | Leaf blade | Til |
| | T | 1.0 % | Straw | Mat |
| K | D | 1.0 % | Straw | Mat |
| | D | 1.0 % | Leaf blade | Til |
| Ca | D | 0.15 % | Straw | Mat |
| Mg | D | 0.10 % | Straw | Mat |
| S | D | 0.10 % | Straw | Mat |
| Si | D | 5.0 % | Straw | Mat |
| Fe | D | 70 ppm | Leaf blade | Til |
| | T | 300 ppm | Leaf blade | Til |
| Zn | D | 10 ppm | Shoot | Til |
| | T | 1,500 ppm | Straw | Mat |
| Mn | D | 20 ppm | Shoot | Til |
| | T | > 2,500 ppm | Shoot | Til |
| B | D | 3.4 ppm | Straw | Mat |
| | T | 100 ppm | Straw | Mat |
| Cu | D | < 6 ppm | Straw | Mat |
| | T | 30 ppm | Straw | Mat |
| Al | T | 300 ppm | Shoot | Til |

Mat - 成熟期, Til - 分蘗期

此表所訂養分缺乏的臨界濃度顯然比一般所了解者低，茲分別評述如下：

1. N：據 Yoshida 等，水稻分蘗期間植體氮濃度為 4 % 時分蘗最盛。當氮素濃度降至 2 % 則分蘗停止，低於 2 % 則分蘗減少。又據 Mikkelsen 分蘗期間之氮素濃度適宜範圍為 3 - 4 %。可見分蘗初期植體氮濃度應高達 3 - 4 % 以促進早期分蘗，俟分蘗數達到目標後氮濃度應降至 2 % 左右以免繼續增加無效分蘗。又據木內氏，為增加一穗粒數幼穗形成期之氮臨界濃度為 2.4

%。但如斯高的濃度是否會促成無效分蘗增加，甚值憂慮。據筆者試驗結果，幼穗形成期氮濃度如高於 1.8 - 2.0% 則施穗肥無效，反之則有效。

2. P : 據 Yoshida 分蘗期間植體 P 濃度為 0.2% 時分蘗最旺盛，0.03% 時則分蘗停止。木內氏認為為增加一穗粒數幼穗形成期 P 濃度需大於 0.2%。Mikkelsen 以 2% 醋酸液抽出剛成熟葉 (Y leaf) 之 P 認為分蘗盛期及幼穗形成期之臨界濃度各為 0.1 及 0.08% ，但 Angladette 所示出穗期止葉之臨界濃度却高達 0.18% 。
3. K : 據 Yoshida 分蘗期間植體 K 濃度達 1.5% 時分蘗最盛。K 濃度降至 0.5% 時分蘗停止。又據木內氏等為要增加一穗粒數幼穗形成期之 K 濃度以 2% 以上為宜。渠等更指出為增加千粒重出穗期之 K 濃度以 2% 為宜。Mikkelsen 亦指出分蘗期及幼穗形成期 Y leaf 之適宜 K 濃度各為 1.4 - 2.8 及 1.0 - 2.2% 。在本省盛澄淵氏等指出出穗期及收穫期之 K 臨界濃度均為 1.7 - 1.8% 左右。蘇楠榮氏檢討 Von Uexkull 的結果亦指出收穫期稻葉之 K 臨界濃度為 1.8% 左右，對若干品種則更高達 2.2 - 2.3% 。由以上結果可見各人所指出之 K 臨界濃度較 N、P 趨於一致；稻葉之 K 濃度如在 1% 以下則示鉀素嚴重缺乏，K 濃度在 2% 以下時有施鉀肥之必要。
4. Zn : 據 Tanaka & Yoshida ，分蘗期間水稻之 Zn 濃度如為 10 ppm 以下則缺鋅，但後來 Forno & Yoshida 則將臨界濃度提高為 15 - 18 ppm 。Lantin , Cayton & Ponnamparuma 則將其提高至 27 ppm 。
5. Si : 據日本及韓國報告收穫期稻葉之 SiO₂ 濃度如低於 10 - 11% 可以矽酸鈣之施用期待 5% 以上增產效果。本省試驗結果其臨界濃度為 8 - 9% 。
6. Fe, Al : 據上表分蘗期水稻植體之 Fe 及 Al 濃度如各高於 300 ppm 則有毒害症狀或生育阻碍。但據本省 120 處稻田之水稻分析結果其 Fe 及 Al 濃度却分別高達 600 - 1800 及 500 - 1500 ppm 。淡水一地產量很高，但其分蘗期植體 Fe 濃度却高達 1800 ppm ，Al 濃度亦高達 1500 ppm ，故其臨界濃度 (上限) 值得懷疑。

(二) 玉米

據 Jones Jr. 等玉米主要生育期，各種元素濃度之適宜範圍如表 2 。

(三) 茶樹

據林家茶氏夏季所採第二嫩葉之氮濃度低於 4.25% ，磷濃度低於 0.26% ，鉀濃度低於 1.5% 則施氮、磷、鉀各可以提高產量。葉片中 N / K 及 P / K 之適宜比值各在 2.5 - 3.0 及 0.175 - 0.225 之間。即若以葉氮之適宜濃度為 4.5% ，則葉磷及葉鉀之適宜濃度各為 0.26 - 0.4% 及 1.5 - 1.8% 。

(四) 鳳梨

據蘇楠榮氏標準成熟葉基部白色組織中氮素之臨界濃度為 1.3% 或更高，生育盛期為 1.4% ，而在花芽分化前 (12 月) 則高達 1.75% 。但準成熟葉之葉色指數作為診斷標準較用葉氮臨界值更為正確。

準成熟葉基部組織之鎂濃度如在生育旺盛期中期 (八月) 達 0.28 - 0.30% ，則果實產量可以正常。

又同一組織之生育旺盛期 (七月) 鉀臨界濃度為 3.4% 。

(五) 柑桔 : 據 Embleton 等柑桔葉片各種元素之臨界濃度如表 3 。

表 2 玉米各種元素之適當濃度，分析部位及採樣時期 (Jones, Jr. et al. 1973)

| 元 素 | Jones (1967) 雌花 吐絲期 雌穗包葉 | Neubert, et al. (1969) 同 左 | Lockman (1969) 地上部整 株播種發芽後 30 ~ 45 天 |
|-----|-------------------------------|-------------------------------|---|
| | | % | |
| N | 2.76 - 3.50 | 2.60 - 4.00 | 3.5 - 5.0 |
| P | 0.25 - 0.40 | 0.25 - 0.50 | 0.4 - 0.8 |
| K | 1.71 - 2.50 | 1.70 - 3.00 | 3.0 - 5.0 |
| Ca | 0.21 - 1.00 | 0.21 - 1.00 | 0.9 - 1.6 |
| Mg | 0.21 - 0.60 | 0.31 - 0.50 | 0.3 - 0.8 |
| S | — — — | 0.21 - 0.50 | 0.2 - 0.3 |
| | | ppm | |
| Al | 10 - 200 | — — — | 0 - 70 |
| B | 4 - 25 | 15 - 90 | 7 - 25 |
| Cu | 6 - 20 | 8 - 20 | 7 - 20 |
| Fe | 21 - 250 | 21 - 250 | 50 - 300 |
| Mn | 20 - 150 | 34 - 200 | 50 - 160 |
| Mo | — — — | 0.6 - 1.0 | — — — |
| Zn | 20 - 70 | 50 - 150 | 20 - 50 |

又據邱再發氏，椪柑及桶柑，蘋果及梨等樹在八月中所採不結果枝條之葉片標準濃度如下：

表 4 臺灣椪柑、桶柑、蘋果、梨樹在八月採取未結果枝條之葉片養分標準濃度 (邱·1976)

| 果 樹 Fruit tree | N % | P % | K % | Ca % | Mg % |
|----------------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|
| 椪柑及桶柑 Ponkan and Tankan | 2.9 - 3.5 | 0.12 - 0.18 | 0.9 - 1.7 | 2.5 - 4.5 | 0.25 - 0.50 |
| 蘋果及梨 Apple and pear | 2.0 - 2.6 | 0.12 - 0.30 | 1.0 - 2.0 | >1.25 | 0.25 - 0.50 |

由上可見已設各種作物營養診斷之基準很多仍相當粗放，其適宜養分濃度之範圍甚寬。爲要達到經濟施肥及提高收量、品質等目的，此等基準尙待繼續研究及校正。

在尙未有充分資料以前，擬根據表 3 及 4 資料暫訂柑桔葉片養分濃度之分級標準如表 5。

表3 柑桔 (Valencia 和 Navel orange) 葉片分析營養診斷標準 (Embleton et al. 1978)

| Element | Unit (total in dry matter) | Ranges ² | | | | |
|-----------------|------------------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|---------|
| | | Deficient | low | Optimum | High | Excess |
| N | percent | < 2.2 | 2.2 to 2.3 | 2.4 to 2.6 | 2.7 to 2.8 | > 2.8 |
| P | percent | < 0.09 | 0.09 to 0.11 | 0.12 to 0.16 | 0.17 to 0.29 | > 0.30 |
| K ³ | percent | < 0.40 | 0.40 to 0.69 | 0.70 to 1.09 | 1.10 to 2.00 | > 2.30? |
| Ca | percent | < 1.6? | 1.6 to 2.9 | 3.0 to 5.5 | 5.6 to 6.9 | > 7.0? |
| Mg | percent | < 0.16 | 0.16 to 0.25 | 0.26 to 0.6 | 0.7 to 1.1 | > 1.2? |
| S | percent | < 0.14 | 0.14 to 0.19 | 0.2 to 0.3 | 0.4 to 0.5 | > 0.6 |
| B | ppm | < 21 | 21 to 30 | 31 to 100 | 101 to 260 | > 260 |
| Fe ⁴ | ppm | < 36 | 36 to 59 | 60 to 120 | 130 to 200? | > 250? |
| Mn ⁴ | ppm | < 16 | 16 to 24 | 25 to 200 | 300 to 500? | > 1000? |
| Zn ⁴ | ppm | < 16 | 16 to 24 | 25 to 100 | 110 to 200 | > 300 |
| Cu ⁴ | ppm | < 3.6 | 3.6 to 4.9 | 5 to 16 | 17 to 22? | > 22? |
| Mo ⁵ | ppm | < 0.06 | 0.06 to 0.09 | 0.10 to 3.0 | 4.0 to 100 | > 100? |
| Cl | percent | ? | ? | < 0.3 | 0.4 to 0.6 | > 0.7 |
| Na | percent | ? | ? | < 0.16 | 0.17 to 0.24 | > 0.25 |

1 除了氮素以外，本表之各種標準值亦可適用於葡萄、檸檬及其他的柑桔品種。

2 基於不結果枝及不分枝之春梢枝條，其頂端生長5~7個月的葉片的濃度。詳細如葉片採樣須知。

3 鉀素標準值係基於該要素對果實數目之效果所定。

4 此等標準值當不能適用於已噴過此等元素之葉片。

5 由結果枝條之葉片所得。

四 植物分析結果之解釋應注意事項

植物分析結果所示養分濃度之高低，一般都原因於土壤中該養分供給之多寡，故植物分析之結果示某種要素濃度低時，一般的對策是依其缺乏的程度建議施肥量。但有很多場合植物分析所顯示之養分缺乏或過多並不直接原因於土壤中該養分供給之多寡，在植物分析結果之解釋及施肥建議上不能不加以留意。茲分述如下：

(一)土壤中雖含有養分，但因物理性不良，如硬度大，致使作物根不能充分發揮作用，或因排水不良，致使土壤中氧氣發生不足現象，於是作物根的呼吸作用乃受阻礙。例如石灰性土壤加上排水不良的情形下，水稻的鉀、鋅吸收最易受阻呈現缺乏現象。又作物根的呼吸作用受到阻礙時其氧化力減弱，則易受鐵入侵，呈現鐵過剩毒害等是。

又土壤的酸鹼度直接影響養分之有效性，故有時候不必施用所缺養分而只要以石灰或硫調節土壤酸鹼度即可解決問題。

(二)土壤中雖含有養分，然而有頑頑等關係的成分含量異常的多時，作物不能吸收利用其所必須的養分。例如土壤中的鉀過多時，植物根的鎂吸收可能受到抑制而缺鎂。又如植物缺鉀、矽等元素致使根部氧化力減弱易使鐵入侵而呈現鐵的毒害；旱田中施磷過多常會引起鋅、鐵吸收的困難而呈現鋅、鐵的缺乏；因酸性土壤中鐵、鋁之活性大，磷肥易被土壤吸着固定，減低有效性而呈現磷的缺乏。

故根據植物分析結果推薦施肥時，更要參考其過去之土壤管理（包括施肥）情形。有時只要糾正施肥，使養分間之平衡轉好，即可解決養分缺乏的問題。

(三)氣象條件亦與作物之要素欠缺有關係；如鎂的欠缺易發生於多雨期，鈣及硼的欠缺多發生於乾旱期（因植物體內之水分不能充分移動會阻礙此等要素之吸收），氣溫低，磷的效果特別明顯等皆示氣象方面之因素亦會助長缺乏症之發生。

綜上可知，農作物之要素缺乏症，並非僅因土壤中之必須要素的絕對量不足為其唯一造成原因，有時係由多種要素錯綜交雜影響而引起者。是故植物分析結果之解釋尚需植物徵狀之觀察和土壤分析資料之配合方能臻效。

柑桔葉片要素濃度之級別施肥建議，暫擬如表 6。又柑桔葉面施肥時，其噴液之濃度如表 7。

表 5 柑桔葉片要素濃度分級標準（草案）

| 要素濃度 | 極 低 | 低 | 中 | 高 |
|----------|----------------|-----------|-------------|-----------|
| N (%) | < 2.9 而且有缺乏徵狀 | < 2.9 | 2.9 ~ 3.5 | > 3.5 |
| P (%) | < 0.12 而且有缺乏徵狀 | < 0.12 | 0.12 ~ 0.18 | > 0.18 |
| K (%) | < 0.9 而且有缺乏徵狀 | < 0.9 | 0.9 ~ 1.7 | > 1.7 |
| Ca (%) | < 2.5 而且有缺乏徵狀 | < 2.5 | 2.5 ~ 4.5 | > 4.5 |
| Mg (%) | < 0.25 而且有缺乏徵狀 | < 0.25 | 0.25 ~ 0.50 | > 0.50 |
| Fe (ppm) | < 36 | 36 ~ 59 | 60 ~ 120 | 130 ~ 200 |
| Mn (ppm) | < 16 | 16 ~ 24 | 25 ~ 200 | 201 ~ 500 |
| B (ppm) | < 21 | 21 ~ 30 | 31 ~ 100 | 101 ~ 260 |
| Cu (ppm) | < 3.6 | 3.6 ~ 4.9 | 5 ~ 16 | 17 ~ 22 |
| Zn (ppm) | < 16 | 16 ~ 24 | 25 ~ 100 | 110 ~ 200 |

表 6 柑桔葉片要素、濃度等級別施肥建議 (草案)

| 要素 | 葉片要素濃度等級 | 要素推薦量 (Kg/ha) 或其他建議 |
|-------|----------|--|
| N,P,K | 缺乏 | 按慣用量 * 增 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ 。 |
| | 低 | 按慣用量增 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ 。 |
| | 中 | 按慣用量 或按慣用量減 $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{3}$ 。 |
| | 高 | 按慣用量減 $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$ 。 |
| Ca | 缺乏 | 施石灰石粉或白雲石粉 (1~2 t/ha) 以改變 pH 至 5.5 ~ 6.0 為目標，每年檢查 pH 一次，如超過 6.0 即停止。 |
| | 低 | 同上 |
| | 中 | pH 在 5.0 以下之土壤，仍可建議施用適量石灰石或白雲石粉。 |
| | 高 | 不施 |
| Mg | 缺乏 | 除冬季施用白雲石粉 (1~2 t/ha) 外，應於春夏季合計施用每棵 0.7 ~ 1.5 公斤硫酸鎂於土中。亦可建議葉面施肥，詳細如另表，每年噴五次，以藥液不滴下為度。 |
| | 低 | 施用白雲石粉 (1~2 t/ha)。 |
| | 中 | pH 在 5.0 以下之土壤仍可建議施用適量石灰石或白雲石粉。 |
| | 高 | 不施 |
| B | 缺乏 | 於早春施用硼砂，每棵 100 ~ 150 克，亦可建議葉面施肥。 |
| | 低 | 硼砂用量每棵 0 ~ 100 克。 |
| | 中 | 不施 |
| | 高 | 不施 |
| Cu | 缺乏 | 於早春施用硫酸銅，每棵 40 ~ 80 克，或葉面施肥。 |
| | 低 | 同上，每棵 10 ~ 40 克或葉面施肥。 |
| | 中 | 不施 |
| | 高 | 不施 |
| Fe | 缺乏 | 於早春施用硫酸鐵，每棵 100 ~ 200 克，並建議施用堆肥或葉面施肥。 |
| | 低 | 同上，硫酸鐵用量每棵 50 ~ 100 克。 |
| | 中 | 不施 |
| | 高 | 不施 |
| Mn | 缺乏 | 於早春施用硫酸錳，每棵 40 ~ 60 克或葉面施肥。 |
| | 低 | 同上，硫酸錳每棵 10 ~ 20 克。 |
| | 中 | 不施 |
| | 高 | 不施 |
| Zn | 缺乏 | 葉面施肥數次，可建議施用堆肥。 |
| | 低 | 同上，但 1 ~ 2 次，可建議施用堆肥。 |
| | 中 | 不施 |
| | 高 | 不施 |

* 如慣用量低於農林廳編“作物施肥手冊”中所推薦之標準用量，則改按標準用量增減。

表7 葉面施肥噴液濃度(柑桔)

摘自山崎1966

| 肥料要素 | 使用化合物* | 化合物濃度 |
|------|--|----------------------------------|
| N | $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ | 0.5% 6~8月, 0.8% 9月, 1.0% 11-12月。 |
| P | $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ | 0.5 ~ 1.0 %。 |
| K | — | — |
| Ca | CaCl_2 或 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 0.3 ~ 0.4 %。 |
| Mg | $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 2 ~ 3% 數次。 |
| Fe | $\text{FeSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ | 0.1 ~ 0.2 % 數次。 |
| Mn | $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{CaO} (1:1)$ | 各 0.25 ~ 0.3% 5 - 6月 數次。 |
| B | $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 或 H_3BO_3 和 $\text{CaO} (1:1)$ | 各 0.2 ~ 0.3% 5 - 6月 數次。 |
| Zn | ZnSO_4 和 $\text{CaO} (1:1)$ | 各 0.6% 5 - 8月 數次。 |
| Cu | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{CaO} (1:1)$ | 各 0.2 ~ 0.4% 同上。 |

* 可使用工業用級。

參 考 資 料

1. 山崎 傳 1966 微量要素と多量要素。博友社, 日本, 東京。
2. 木内知美 1968 水稻の榮養診斷とその方法。農業および園藝, 43:1823-1829。
3. 林家茶 1967 植物分析與施肥(5): 利用葉片分析檢定本省主要茶區 NPK 需要狀況。中華農學會報新 60: 81-93。
4. 邱再發 1976 柑桔、梨及蘋果樹葉片診斷之研究。中華農業研究 25: 3, 214-226。
5. Angladette, A. 1964 Nutritional status as indicated by Plant analysis. Page 366 in "The Mineral Nutrition of the Rice Plant." The Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland.
6. Bates, T. E. 1971 Factors affecting critical nutrient concentrations on plants and their evaluation: a review. Soil. Sci. 112:116-130.
7. Embleton, T. W. et al 1978 Leaf analysis as a guide to citrus fertilization. Pages 4-9 in Reisenauer, H. M. ed. Soil and plant tissue testing in California. Division of Agricultural sciences, university of California, Bulletin 1879.

- 8 Forno D. A., C. T. Asher and S. Yoshida. 1975 Zinc deficiency in rice. II. Studies on two varieties differing in susceptibility to Zinc deficiency. *Plant and Soil*. 42:551-563.
- 9 Jones, Jr. J. B. and H. V. Eck. 1973 Plant analysis as an aid in fertilizing corn and grain sorgham. In Walsh, L. M. and J. D. Beaton (Editors). *Soil testing and Plant Analysis*. Soil Science Society, America.
- 10 Mikkelsen D. S. 1978 Diagnostic Plant analysis for rice. Pages 16-17 in "Soil and Plant-Tissue Testing in California." Division of Agricultural Sciences, University of California Bulletin, 1879.
- 11 Su, N. R. 1969 Research on fertilization of pineapples in Taiwan and some associated cultural problems. The Soc. Soil Scientists and Fertilizer Technologists Taiwan, Special Publication No.1.
- 12 Su, N. R. 1976 Potassium fertilization of rice. Pages 117-148 in "The Fertility of Paddy Soils and Fertilizer Application for Rice". FFTC, Taipei, Taiwan.
- 13 Tanaka, A. and S. Yoshida 1970 Nutritional disorders of the rice plant in Asia. IRRI Technical Bulletin 10.
- 14 Yoshida, S. and Y. Hayakawa 1970 Effects of mineral nutrition on tillering of rice. *Soil Sci. Plant Nutr.* 16:5,186.

土壤與植物速測設備與其運用